

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) (21) **PI 9807657-4 A**

(22) Data de Depósito: 06/02/1998

(43) Data de Publicação: 15/02/2000
(RPI 1519)

(51) Int. Cl⁵.:
C08J 5/24
B29B 15/10
B29C 70/08

(54) Título: **MATERIAL DE FIBRA PARCIALMENTE IMPREGNADO COM UMA RESINA.**

(30) Prioridade Unionista: 06/02/1997 US 06/795,632

(71) Depositante(s): Cylex Technology Corp. (US)

(72) Inventor(es): John T. Hartness, Guo Feng Xu

(74) Procurador: Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT US98/02158 de 06/02/1998

(87) Publicação Internacional: WO 98/34979 de 13/08/1998

(57) Resumo: Patente de Invenção: "MATERIAL DE FIBRA PARACIALMENTE IMPREGNADO COM UMA RESINA". Preforma parcialmente impregnada que emprega uma camada de fibra parcialmente impregnada com uma resina para formar um composto de resina reforçado por fibra. A camada de fibra da preforma parcialmente impregnada é formada de uma pluralidade de fibras paralelamente orientadas, cada fibra formado de uma pluralidade de fibras de reforço unidirecional. A resina é parcialmente impregnada em uma ou ambas as faces da camada de fibra. Uma composição de fibra de resina para parcialmente impregnar uma camada de fibra de uma preforma é também provida. Uma pilha de preforma parcialmente impregnadas utiliza uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas. A pilha de preformas parcialmente impregnadas pode ser reforçada por dobra transversal com a costura de dobra transversal da pilha de preformas parcialmente impregnadas entre si antes da cura para formar um composto de resina reforçado por fibra com a cura. Um processo de formação de um composto de resina reforçado por fibra inclui as etapas de: encetar uma preforma parcialmente impregnada em um invólucro de controle de teor de resina; de encetar o invólucro de controle de teor de resina em um invólucro de vácuo, de evacuar o dito invólucro de vácuo e o dito invólucro de controle de teor de resina; e de aquecer, enquanto simultaneamente evacua, o invólucro de vácuo e o de controle de teor de resina para fundir e totalmente infundir a resina na dita camada de fibra e para, em seguida, executar a cura.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**MATERIAL DE FIBRA PARCIALMENTE IMPREGNADO COM UMA RESINA**".

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

- 5 A presente invenção refere-se a compostos de resina reforçados por fibra. Em particular, a invenção refere-se ao uso de uma preforma parcialmente impregnada que compreende uma camada de material de fibra contínua apresentando uma resina parcialmente impregnada em uma ou em ambas as faces do material de fibra que forma um composto monolítico com a cura.
- 10

Fundamentos da Técnica Relatada

- Recentemente, tem-se expandido continuamente o uso de compostos de resina reforçados por fibra com uma proporção de alta resistência-peso, particularmente nos produtos sensíveis ao peso, tais como aeronaves e veículos espaciais. Os compostos de resina reforçados por fibra usados em tais produtos têm sido frequentemente criados com a formação de uma disposição em camadas sobrepostas, por exemplo, uma pilha de camadas ou dobras, as camadas ou dobras sendo formadas de tecidos unidirecionais ou multidirecionais (por exemplo, tecidos) feitos de fibras de vidro ou grafite completamente pré-impregnados com uma resina. Tais dobras pré-impregnadas com resina são comumente mencionadas como dobras "prepreg" ou simplesmente "prepreg". Normalmente, a disposição em camadas sobrepostas compreendendo a pilha de camadas ou dobras é posicionada em cima de uma ferramenta de formação, que, em sua forma mais simples, pode compreender uma chapa plana. Depois da preparação da disposição em camadas sobrepostas, são aplicados calor e pressão. O calor cura a resina e a pressão comprime a disposição em camadas sobrepostas impedindo que o ar ou outros gases, inclusive os gases voláteis, formem poros (bolhas) na medida em que a resina é curada. Normalmente, uma autoclave é usada para aplicar o calor e a pressão necessários.
- 15
- 20
- 25
- 30

Enquanto as estruturas monolíticas, formadas de compostos de resina reforçados por fibra processados da maneira descrita acima, se mos

tram satisfatórias em alguns ambientes, elas apresentam certas desvantagens. Por exemplo, tornou-se desejável prover um reforço de dobra transversal a fim de aumentar a resistência à falha por carga de compressão "no plano", particularmente depois de danos limitadamente absorvidos. As cargas no plano são aquelas cargas que permanecem no plano das dobras. O reforço de dobra transversal (às vezes, mencionado como reforço na direção Z) é criado pela costura de dobra transversal de uma disposição em camadas sobrepostas. Entretanto, a implementação da costura de dobra transversal provou ser difícil de ser conseguida. A dificuldade ocorre porque as "prepregs" são pré-impregnadas com resina, o que fica pegajoso. A resina torna extremamente difícil a costura de dobra transversal das camadas de fibra entre si. A agulha fica contaminada ou, de outra maneira, grudada com a resina pegajosa, tornando extremamente difícil costurar as camadas entre si. A agulha também causa danos às fibras nas camadas.

Outra desvantagem de se usar dobras de fibra pré-impregnada com resina é a dificuldade de remover os gases aprisionados entre as dobras, quando da formação de uma disposição em camadas sobrepostas e da produção de gases na disposição em camadas sobrepostas, quando a resina estiver sendo curada. Enquanto a pressão aplicada durante a cura força a maior parte dos gases aprisionados para uma solução, algumas bolhas ainda se formam, resultando na formação de vazios de enfraquecimento na estrutura monolítica resultante.

Uma desvantagem adicional associada com o uso de dobras de fibra pré-impregnada é a necessidade de se armazenar tais dobras em uma baixa temperatura e as perdas associadas com a falha de se usar tais dobras de uma maneira oportuna. Mais especificamente, conforme será prontamente apreciado por aqueles familiarizados com as resinas usadas hoje em dia para criar compostos de resina reforçados por fibra, a velocidade de cura da resina será acelerada quando a temperatura da resina for elevada. Contrariamente, a velocidade da cura da resina é retardada pelas baixas temperaturas. Como resultado, convencionalmente, antes do uso, as dobras de fibra pré-impregnada (que se apresentam geralmente na forma de uma

P19807857

fita ou tecido relativamente largo em rolos antes de serem armazenados) são armazenadas em um ambiente refrigerado. Uma vez que a baixa temperatura de armazenamento impede a cura da resina, vida útil das dobras de fibra pré-impregnada será aumentada. Entretanto, mesmo em baixas temperaturas, as resinas podem ser curadas, se bem que em uma velocidade mais lenta. Como resultado, em algum ponto, mesmo as dobras de fibra pré-impregnada armazenadas em baixa temperatura se tornam instáveis e têm que ser descartadas. Mesmo que a resina seja a única porção da dobra de fibra pré-impregnada que se torna inútil, a fibra, assim como a resina, terá que ser descartada porque a resina começou a ser curada.

No caso da produção de uma estrutura composta de asa de aeronave, a tolerância à avaria da estrutura composta da asa é intensificada costurando entre si as camadas de tecido usadas para formar a estrutura composta. Nos processos da técnica anterior, a costura das camadas de tecido tem que ocorrer antes da pré-impregnação da resina do tecido, porque a agulha usada para costurar as prepregs convencionais causa danos excessivos às fibras impregnadas de resina. A fim de solucionar este problema, o número desejado de camadas de tecido é costurado na ausência da resina e, depois, durante o processo de cura final, a resina é forçada através de toda a espessura das camadas de tecido pré-costuradas com o uso de um processo de infusão de filme de resina ("RFI"). Entretanto, esta abordagem leva a outro problema. A resina tem que ser suficientemente alcançada ou infundida para impregnar os reforços excessivos na estrutura da asa para formar uma estrutura composta resistente. Devido ao fato de ser muito difícil alcançar a penetração total da resina às proximidades de tais enrijecedores com o uso destes processos, foi descoberto que existem muitas anomalias no material composto resultante.

Um processo e aparelho para criar estruturas monolíticas formadas de compostos de resina reforçados por fibra, isto é, camadas ou dobras ligadas entre si por uma resina curada, são descritos na Patente Norteamericana No. 4.662.091. Uma pluralidade de dobras secas são empilhadas para criar uma preforma seca. As dobras podem ou não ser costuradas na

direção da dobra transversal. Para formar um composto é criada uma pilha de preformas secas. Depois que a pilha é criada, são acrescentadas uma ou mais camadas de líquido ou resina sólida. A pilha e a(s) camada(s) de resina são então curadas sob vácuo.

- 5 Este processo de criar estruturas monolíticas sofre da desvantagem de que a pluralidade de dobras secas tem que ser costurada na ausência do material de resina. Depois de empilhar uma pluralidade de preformas costuradas para formar uma estrutura composta, a resina tem que ser colocada à mão entre as preformas secas costuradas adjacentes antes
10 da infusão. Isto acarreta um aumento nos custos de fabricação e nos tempos de produção.

- A presente invenção é dirigida para impedir as desvantagens de se criar as estruturas monolíticas originárias das camadas fibrosas pré-impregnadas com resinas que exijam a refrigeração ou que não sejam
15 prontamente armazenáveis. Mais especificamente, a invenção é dirigida a um material de preforma parcialmente impregnado que compreende uma camada de tecido parcialmente impregnada com uma resina que é estável frente à cura prematura sobre longos períodos de tempo, quando armazenada em baixas temperaturas. A preforma parcialmente impregnada é tam-
20 bém estável em temperaturas ambientes, quando armazenada por períodos mais curtos de tempo. A invenção é também dirigida a compostos de resina reforçados por fibra que são formados a partir de preformas atuais parcialmente impregnadas ou de uma pilha de preformas que pode ser facilmente costurada por dobra transversal na presença de um filme de resina, sendo
25 formados de maneira que substancialmente reduza, senão elimine por completo os vazios de enfraquecimento criados pelos gases aprisionados com a remoção de tais gases antes e durante a infusão da resina. Adicionalmente, a invenção é dirigida a um processo para preparar os compostos de resina reforçados por fibra que substancialmente reduza a quantidade de despejos
30 resultantes da cura prematura das resinas armazenadas e a rejeição das preformas parcialmente impregnadas devido à qualidade inferior. A invenção é também dirigida a novos materiais de resina usados nas preformas

parcialmente impregnadas da invenção.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

- A invenção inclui uma preforma parcialmente impregnada que compreende uma camada de fibra parcialmente impregnada com uma resina. A invenção também apresenta uma preforma parcialmente impregnada que compreende uma pluralidade de camadas de fibra, onde uma face da dita pluralidade de camadas de fibra é parcialmente impregnada com uma resina. A invenção adicionalmente apresenta uma pilha de preformas parcialmente impregnadas que compreende uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas, na qual cada preforma parcialmente impregnada compreende uma camada de fibra parcialmente impregnada com uma resina. A camada de fibra para cada uma das preformas parcialmente impregnadas é formada de uma pluralidade de fibras paralelamente orientados, cada fibra formado de uma pluralidade de fibras de reforço unidirecional. A pluralidade de fibras de reforço unidirecional pode ser selecionada a partir do grupo que consiste de vidro, quartzo, orgânicos, tais como a poliamida da marca KEVLAR®, o carbono, o grafite e semelhante. A resina é parcialmente impregnada em uma ou em ambas as faces da camada de fibra. A resina é preferivelmente um filme, um pó ou um líquido. A resina apresenta a característica de ser substancialmente isenta de aderência ou não-aderente em temperaturas ambientes. A resina apresenta preferivelmente uma viscosidade mínima de cerca de 0,5 poise a cerca de 1000 poise em temperaturas de cerca de 50°C a cerca de 400°C. A preforma parcialmente impregnada ou a pluralidade de preformas pode ser reforçada por dobra transversal através da costura de dobra transversal da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s).

Um processo de formação de um composto de resina reforçado por fibra com o uso da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) compreende as etapas de:

- (a) encerrar uma preforma parcialmente impregnada em um invólucro de controle de teor de resina, a dita preforma parcialmente impregnada compreendendo de uma camada de fibra parcialmente impregnada

com uma resina;

(b) encerrar a dita preforma parcialmente impregnada no dito invólucro de controle de teor de resina em um invólucro de vácuo;

(c) evacuar o dito invólucro de vácuo e o dito invólucro de controle de teor de resina para retirar o ar e outros gases originários da dita preforma parcialmente impregnada; e

(d) aquecer a dita preforma parcialmente impregnada simultaneamente com a evacuação do dito invólucro de vácuo e do dito invólucro de controle de teor de resina para fazer com que a dita resina se funda, para totalmente ser infundida na dita camada de fibra e, posteriormente, seja curada, na medida em que o ar e outros gases são retirados da dita camada de fibra resultando na formação do dito composto de resina reforçado por fibra.

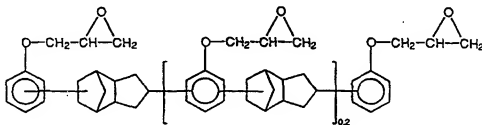
O processo pode incluir a etapa de: posicionar uma segunda preforma parcialmente impregnada acima da dita preforma parcialmente impregnada da etapa (a).

A preforma parcialmente impregnada ou a pluralidade de preformas parcialmente impregnada usada neste processo pode ser reforçada por dobras transversais com a costura de dobra transversal da(s) preforma(s) entre si. Adicionalmente, o processo pode incluir uma etapa de colocar uma pluralidade de camadas duplas (isto é, camadas costuradas ou não costuradas de tecido) acima da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) ou incluir a etapa de posicionar um núcleo entre a(s) dita(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s). O núcleo pode ser um núcleo alveolado. A(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) e o núcleo podem ser reforçados por dobra transversal com a costura por dobra transversal do núcleo e da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) entre si. O composto de resina reforçado por fibra, preparado de acordo com o processo descrito, pode ser usado para formar um material para um veículo espacial ou aeronave.

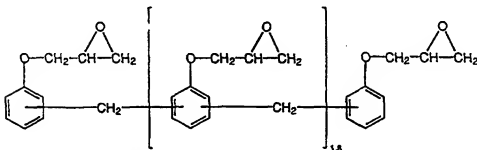
A invenção também inclui uma composição de resina para parcialmente impregnar uma camada de fibra de uma preforma que compreende: (a) de cerca de 90 a cerca de 99 por cento em peso de pelo menos uma

Plano 767

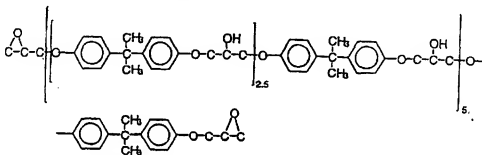
- resina de epóxi; e (b) de cerca de 1 a cerca de 10 por cento em peso de um agente de cura, a composição sendo capaz de ser costurada depois de tal impregnação parcial e exibindo uma viscosidade reduzida com o aquecimento para infundir por completo a dita camada de fibra com a cura. As resinas de epóxi podem compreender cerca de 10,7 por cento em peso apresentando a seguinte estrutura,



cerca de 61,0 por cento em peso tendo a seguinte estrutura,



- 10 e cerca de 24 por cento em peso possuindo a seguinte estrutura,



e o dito agente de cura tendo cerca de 4,3 por cento em peso de um agente de cura, tal como um cianoguanidina. A cianoguanidina pode ser DICYANEX 1400B.

- 15 Conforme será prontamente apreciado a partir da descrição anterior, a invenção apresenta um novo e aperfeiçoado processo para criar estruturas monolíticas formadas de compostos de resina reforçados por fi-

- bra. O processo supera as desvantagens dos processos de prepreg anteriores usados para formar estruturas monolíticas. Especificamente, pelo fato de a preforma ser parcialmente impregnada com uma resina substancialmente isenta de aderência, se torna fácil a costura por dobra transversal de uma
- 5 pilha de preformas parcialmente impregnadas. Adicionalmente, a costura da pilha de preformas parcialmente impregnadas ocorre sem danos ao material de fibra, diferente dos processos de prepreg tradicionais, onde ocorrem danos ao material de fibra durante a costura da prepreg. Uma vantagem significativa do uso de uma pilha de preformas parcialmente impregnadas para
- 10 formar uma estrutura composta é a de que cada preforma parcialmente impregnada pode apresentar a resina intimamente associada com cada camada (isto é, a resina parcialmente impregnada). Dessa forma, a completa infusão da resina ou o umedecimento do material composto final é significativamente aumentado, uma vez que a distância que a resina tem que percorrer para umedecer por completo o material composto é significativamente
- 15 reduzida.

- Nas disposições em camadas sobrepostas da técnica anterior, era comum costurar uma pilha de preformas na ausência da resina, e depois colocar a pilha de preformas costuradas no material de resina. Durante a
- 20 cura, a resina era forçada a percorrer a partir do fundo da pilha para o topo da pilha para umedecer por completo o material composto final. Também, nas abordagens tradicionais usadas para formar as estruturas compostas, a viscosidade da resina foi reduzida com o aquecimento e com a aplicação de pressão. Apenas quando a viscosidade foi suficientemente reduzida, tornou-se
- 25 possível forçar a resina em uma pilha grossa de camadas de materiais de fibra. Problemas significativos poderiam ser encontrados devido ao tempo relativamente curto no qual ocorre o encadeamento cruzado da resina. Com o encadeamento cruzado, a viscosidade aumentou dramaticamente e, dessa forma, não tendo sido obtido o completo umedecimento da estrutura composta. Como resultado do umedecimento incompleto de uma estrutura composta, a resistência e a tenacidade do material ficam comprometidas.
- 30

Outra vantagem do presente processo usado para formar a es-

trutura composta é a de que a resina flui para o material de fibra seco durante a cura, enquanto o percurso de um gás é ainda provido através das fibras e fora do invólucro de controle de conteúdo de resina. Consequentemente, os gases (inclusive os gases voláteis), não são aprisionados no composto de resina reforçado por fibra, na medida em que ele está sendo formado. Adicionalmente, pelo fato de a resina nas preformas parcialmente impregnadas apresentar um tempo de validade relativamente longo, as preformas parcialmente impregnadas podem ser convenientemente armazenadas em baixas temperaturas (isto é, refrigeradas) por períodos de tempo consideráveis sem a cura prematura, até que elas sejam exigidas para uso.

Assim, a presente invenção apresenta um processo para parcialmente impregnar uma camada de tecido a fim de formar uma preforma parcialmente impregnada que permita a costura de uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas sem excessivos danos à fibra e sem a contaminação da agulha. A resina parcialmente impregnada nas camadas do tecido é capaz de fluir por todo o laminado durante a cura final. Outra vantagem do presente processo é a de que a resina na(s) preforma(s) parcialmente pré-impregnada(s) não satura profundamente as camadas do tecido da preforma, diferente dos prepregs existentes da técnica anterior que tornam o reforço através da costura muito difícil.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os objetivos anteriores e muitas das consequentes vantagens desta invenção serão mais prontamente apreciados, na medida em que os mesmos serão melhor entendidos com referência à seguinte descrição detalhada, quando tomada em conjunção com os desenhos anexos, nos quais:

a Figura 1 ilustra uma concretização preferida da presente invenção de uma preforma parcialmente impregnada que compreende uma pluralidade de camadas de tecido apresentando um filme de resina parcialmente impregnado na camada superior;

a Figura 2 ilustra uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de uma preforma parcialmente impregnada da presente invenção que compreende uma pluralidade de camadas de tecido, onde as

camadas de tecido superior e inferior são, cada qual, parcialmente impregnadas com uma resina;

a Figura 3 ilustra a preforma parcialmente impregnada da Figura 2 reforçada pela costura de dobra transversal;

5 a Figura 4 ilustra uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de uma pilha de preformas parcialmente impregnadas da presente invenção que compreende uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas, onde a camada de tecido superior de cada preforma é parcialmente impregnada com uma resina;

10 a Figura 5 ilustra a pilha de preformas parcialmente impregnadas da Figura 4 reforçada pela costura de dobra transversal;

a Figura 6 ilustra uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de uma pilha de preformas parcialmente impregnadas da presente invenção que inclui um núcleo, a camada de tecido superior de cada preforma sendo parcialmente impregnada com uma resina; e

15 a Figura 7 ilustra a pilha de preformas parcialmente impregnadas da Figura 6 reforçadas pela costura de dobra transversal.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Conforme empregada aqui, a expressão "parcialmente impregnada" refere-se à introdução de um filme de resina, de pó e/ou líquido nos interstícios de um substrato adequado, tal como uma camada de fibra, com a aplicação de calor e/ou pressão, ou semelhante, para formar uma matriz de resina parcial nos interstícios do substrato. Tipicamente, a preforma parcialmente impregnada resultante contém um carregamento de resina de cerca de 20% a cerca de 50% em peso com base no peso total da resina e do substrato.

É provido um processo para preparar estruturas monolíticas formadas de compostos de resina reforçados por fibra, isto é, camadas de fibra contínua (tecida, feita em malha, trançada, entrelaçada, de feltro, etc.) integralmente sustentadas e ligadas entre si por uma resina curada. As preformas parcialmente impregnadas são formadas por meio da impregnação parcial de uma camada de tecido com resina através da aplicação de

P19007657

calor e pressão em um processo contínuo. Preferivelmente, a resina apresenta-se na forma de um único filme contínuo colocado acima da camada de tecido. Entretanto, a resina pode também ser aplicada à camada de tecido de qualquer forma, tal como pó, e, com a aplicação de calor e pressão (tal como "passar a ferro"), parcialmente impregnada na camada de tecido.

Muitos processos convencionais para parcialmente impregnar as resinas no tecido são conhecidos daqueles versados na técnica. Estes incluem, por exemplo no caso de filmes de resina, o uso de um laminador. No caso de uma resina em pó, pode ser empregado o processo de revestimento Pherostatic® da Electrostatic Technology Inc., New Haven, CT. Este é um processo eletrostático no qual as partículas de pó carregadas são atraídas para um substrato, na medida em que ele passa através da máquina de revestimento Pherostatic®, resultando em um revestimento uniforme de pó seco. O substrato continua até uma fonte de calor diretamente acima do revestido, onde o pó se funde e se torna um filme homogêneo sobre o substrato.

As resinas líquidas podem também ser empregadas na presente invenção. Uma resina líquida pode, por exemplo, ser despejada sobre uma camada de tecido, podendo ser esfriada para formar um filme e, em seguida, aquecida sob pressão para parcialmente impregnar o filme na camada de tecido. Pode ser preferível parcialmente impregnar tanto a face superior como a face inferior da(s) camada(s) de tecido empregada(s) na presente invenção, quando da preparação da preforma parcialmente impregnada.

De acordo com a invenção, uma disposição em camadas sobrepostas é criada com uma preforma parcialmente impregnada ou através do empilhamento de uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas entre si. A orientação das diversas camadas em uma pilha de preformas parcialmente impregnadas baseia-se na resistência direcional desejada da estrutura monolítica resultante. Preferivelmente, a preforma parcialmente impregnada ou a pilha de preformas parcialmente impregnadas são costuradas entre si na direção da dobra transversal, mesmo não sendo exigido pela invenção em suas concretizações mais amplas.

A cura da preforma parcialmente impregnada ou de uma pilha de preformas parcialmente impregnadas pode ser conduzida através de processos convencionais. A preforma parcialmente impregnada (ou uma pilha de camadas costuradas) pode ser curada por autoclave com o uso de um processo de cura padrão para impregnar com resina a vácuo as camadas de tecido de modo a formar um composto de resina reforçado por fibra. Típicos processos de cura são ilustrados nas Patentes Norte-americanas Nos. 3.028.284; 3.322.566; 3.384.505; 3.523.152; 3.790.432; 4.030.953 e 4.622.091, que são aqui incorporadas para referência.

Em uma concretização preferida, conforme ilustrado na Patente Norte-americana No. 4.622.091, uma preforma parcialmente impregnada ou uma pilha de preformas parcialmente impregnadas é encerrada por um invólucro de controle de teor de resina, através do qual passa um conduto, tal como um respiradouro. O invólucro de controle de teor de resina, por sua vez, é encerrado por um invólucro a vácuo. O ar e outros gases são retirados através dos invólucros. Depois disso, o composto é aquecido. Na medida em que a resina entra na(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s), o ar e outros gases que permanecem na(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) são retirados através do conduto criado pelas fibras que formam a(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) e o respiradouro.

De acordo com outros aspectos desta invenção, preferivelmente, a(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) é(são) localizada(s) em uma ferramenta, que pode(m) fazer parte do invólucro de vácuo. A ferramenta pode ser separada da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) através de um filme solto, que então faz parte do invólucro de controle de teor de resina. A ferramenta molda a superfície adjacente do composto de resina reforçado por fibra, na medida em que ela está sendo formada.

De acordo com ainda outros aspectos desta invenção, uma segunda ferramenta pode ser localizada em outro lado da(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) a partir da primeira ferramenta usada, para moldar a superfície oposta da estrutura composta reforçada por fibra, na medida em que ela está sendo formada. A ferramenta pode ser separada da camada de

resina superior através de uma camada solta.

De acordo com aspectos adicionais desta invenção, um núcleo central formado de madeira, espuma, alvéolos ou algum outro material pode ser localizado entre as camadas da preforma parcialmente impregnada. Alternativamente, ou adicionalmente, as camadas duplas podem ser localizadas em um lado da preforma parcialmente impregnada para criar regiões de reforço alongadas. Tais concretizações são ilustradas na Patente Norte-americana No. 4.622.091.

A Figura 1 é um diagrama pictórico que ilustra uma disposição em camadas sobrepostas formada de acordo com a invenção. A disposição em camadas sobrepostas inclui uma preforma parcialmente impregnada formada de uma pluralidade de camadas de material de fibra reforçada 13, 15, 17, 19 e 20. A camada superior de fibra reforçada 23 é parcialmente impregnada com um filme de resina 21. Cada camada é formada de uma pluralidade de fibras contínuas de reforço e/ou suporte. As fibras podem se apresentar em qualquer forma convencional, tais como unidirecionais, de tecido trançado, de tecido de malha, de entrelaçado em redemoinho, de entrelaçado de feltro, enroladas, trançadas, etc. O material reforçado por fibra pode ser vidro, quartzo, orgânicos, tais como a poliamida de marca KEVLAR®, carbono, grafite ou semelhante. Quando for usada uma fita unidirecional, cada camada será formada de uma pluralidade de fibras paralelamente orientados. Uma fibra é um fio solto essencialmente não-torcido de um grande número de fibras sintéticas unidirecionais. Cada fibra pode compreender, por exemplo, 1.000, 3.000, 6.000, 12.000, 24.000, 48.000, 56.000 ou 125.000 fibras e semelhantes. As fibras podem ser frouxamente mantidos em posição por pontos de fibra transversal ou uma pequena quantidade de resina, tal como uma resina termoplástica. As fibras podem ser mantidos entre si por pontos de malha com inserção de trama.

A orientação das camadas baseia-se na resistência direcional desejada do composto de resina reforçado por fibra resultante. Como é convencional, algumas camadas permanecem paralelas a uma direção predefinida, que é freqüentemente a direção da força principal que será pro-



vavelmente aplicada à estrutura monolítica resultante. As camadas cujas fibras permanecem nesta direção são comumente mencionadas como camadas de 0° . Outras camadas permanecem em um ângulo com relação à camada de 0° . Normalmente, o eixo das fibras de algumas camadas permanece ortogonal à direção da fibra da camada de 0° . Estas camadas são comumente mencionadas como camadas de 90° .

As camadas cujas fibras permanecem em algum outro ângulo com relação à direção das fibras das camadas de 0° são mencionadas como camadas de + e -. Mais comumente, as fibras destas camadas formam ângulos de $+45^\circ$ e -45° com relação à direção das fibras das camadas de 0° . O número das camadas de 0° , de 90° e, de + e -, e a maneira na qual elas são intercaladas, depende, naturalmente, da estrutura monolítica resultante. Uma vez que as técnicas de desenho de determinação do número e da orientação das camadas dos compostos de resina reforçados por fibra são conhecidas daqueles versados na técnica, elas não serão descritas aqui.

As Figuras 2-7 ilustram um número de concretizações diferentes da preforma parcialmente impregnada usada no processo descrito da presente invenção para formar as estruturas compostas.

A Figura 2 é uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de uma preforma parcialmente impregnada 23 da presente invenção que compreende uma pluralidade de camadas de tecido 30, 32, 34, 36 e 38, nas quais as camadas de tecido superior e inferior 38 e 30, respectivamente, são, cada qual, parcialmente impregnadas com uma resina 22 originária da camada de resina 21. A Figura 3 ilustra a preforma parcialmente impregnada 23 da Figura 2 reforçada por costura de dobra transversal 50. A Figura 4 ilustra uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de uma pilha 40 de preformas parcialmente impregnadas que compreendem uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas 42, 44 e 46, nas quais a camada de tecido superior de cada preforma parcialmente impregnada é parcialmente impregnada com a resina 22 originária da camada de resina 21. A Figura 5 ilustra a pilha de preformas parcialmente impregnadas da Figura 4 reforçadas por costura de dobra transversal 50. A

Figura 6 é uma vista parcial em seção transversal de uma concretização de um pilha 70 das preformas parcialmente impregnadas 42, 44 e 46, incluindo núcleos 60, a camada de tecido superior de cada preforma parcialmente impregnada sendo parcialmente impregnada com a resina 22 originária da camada de resina 21. A Figura 7 ilustra a pilha de preformas parcialmente impregnadas da Figura 6 reforçadas pela costura de dobra transversal 50.

- Em uma concretização preferida, uma disposição em camadas sobrepostas é formada de uma preforma parcialmente impregnada ou de uma pilha de preformas parcialmente impregnadas (que podem ser costuradas). A seguir, a preforma parcialmente impregnada ou pilha de preformas é posicionada em contato com um conduto de evacuação, tal como uma ou mais camadas do respiradouro. Depois, a disposição em camadas sobrepostas e o conduto de evacuação são encerrados em um invólucro de controle de teor de resina, através do qual passa o conduto de evacuação. O invólucro de controle de teor de resina é então encerrado em um invólucro de vácuo. Posteriormente, o gás dentro do invólucro de vácuo é evacuado. Devido ao conduto de evacuação, o gás no invólucro de controle de teor de resina e na disposição em camadas sobrepostas é evacuado, na medida em que é evacuado o invólucro de vácuo. Finalmente, o invólucro de vácuo e seus conteúdos são evacuados do gás e depois aquecidos. Na medida que acontece a etapa de aquecimento, a resina parcialmente impregnada é infundida nas áreas internas das camadas de fibra de reforço e/ou suporte criando um composto de resina reforçado por fibra apresentando uma porosidade muito pequena, caso haja alguma.
- O encerramento da preforma parcialmente impregnada ou a pilha de preformas parcialmente impregnadas em um invólucro de controle de teor de resina e a evacuação do invólucro de controle de teor de resina impedem o sangramento da resina originário da disposição em camadas sobrepostas. O sangramento imprevisível da resina da disposição em camadas sobrepostas resulta na produção de compostos de resina reforçados por fibra, cujo teor de resina e, conseqüentemente, a resistência é imprevisível. Tais compostos são insatisfatórios em muitos ambientes, tais como

- veículos espaciais e aeronaves. O posicionamento do invólucro de controle de teor de resina dentro de um invólucro de vácuo cria uma disposição de bolsa dupla que apresenta inúmeras vantagens que não podem ser atendidas por uma disposição de bolsa única. Uma razão para a disposição de
- 5 bolsa dupla é a de que os filmes soltos (politetrafluoroetileno da marca TEFLON®, por exemplo) usados para o processamento de alta temperatura (acima de 250° F) formam bolsas de vácuo inferiores, pelo fato de serem moles e, conseqüentemente, sujeitos ao despedaçamento, quando eles entram em choque com um objeto pontudo. Em segundo lugar, uma disposição
- 10 de bolsa dupla apresenta uma maneira de prover com respiros o invólucro de controle de teor de resina em muitos pontos. Dessa forma, são providas muitas rotas de escapamento para o ar e voláteis. Se o fluxo de resina interromper algumas rotas, outras permanecerão. Em terceiro lugar, a disposição de bolsa dupla cria um ajuste perfeito do invólucro de controle de teor de
- 15 resina em torno da disposição em camadas sobrepostas, de modo a impedir a necessidade do uso de grandes quantidades de respiradouro para impedir que a resina flua para dentro da linha de vácuo.

- A invenção não é limitada a nenhum tipo específico de resina. De preferência, pode ser empregada qualquer resina que apresente uma
- 20 aderência indispensável e que flua de maneira adequada através de uma camada de tecido durante a impregnação e a cura. Resinas adequadas para uso no presente processo, quando do reforço por costura da preforma, devem apresentar a capacidade de não serem tão não-aderentes quanto possível. Isto é, a resina é substancialmente isenta de aderência e não é ligada
- 25 substancialmente a si mesma ou à outras coisas na temperatura de operação desejada.

- Quando o uso de uma resina normalmente aderente for desejado, pode ser possível esfriar a resina, de modo a torná-la substancialmente isenta de aderência na temperatura de operação exigida para costurar as
- 30 camadas de tecido entre si na presença de tal resina. Ao passo que, no caso de uma resina com alto peso molecular, pode ser desejável aquecer a resina até um nível suficientemente mole o bastante para ser receptiva à

penetração por meio de uma agulha. Naturalmente, quanto mais isenta de aderência for a resina durante a costura da(s) preforma(s), mais fácil será o reforço da(s) preforma(s) a um nível desejado.

- Uma medida da pegajosidade de uma resina é sua propriedade antibloqueadora. O "bloqueio" é a tendência de uma resina ser aderida a si mesma ou à outras superfícies em temperaturas ambientes. Para prover o bloqueio reduzido, pode ser útil empregar uma resina com uma temperatura de transição de vidro relativamente alta " T_g ", de cerca de 40°C a cerca de 90°C. Poderiam ser empregadas misturas de resinas sólidas e líquidas tipicamente com T_g 's de 0°C a 60°C e de 40°C a 90°C, por exemplo.

- Preferivelmente, a resina usada no processo da presente invenção é substancialmente isenta de aderência e, mais preferivelmente, isenta de aderência nas temperaturas de operação durante a costura. O uso de resinas que apresentam tal aderência reduzida ou nenhuma aderência nas temperaturas de operação é vantajoso, na medida em que ele irá impedir que as agulhas usadas para costurar as camadas de tecido de preforma parcialmente impregnada entre si fiquem grudadas com a resina. Nas temperaturas e pressões de operação desejadas, as agulhas de costura devem prontamente passar através da resina.

- Nas temperaturas de operação mais altas e/ou com uma pluralidade de camadas de tecido empilhadas, há a possibilidade de que a costura seja efetuada através de um amolecimento da resina. Tal amolecimento pode ser provocado pelas forças de atrito geradas pelas agulhas de operação. Esta condição deve ser impedida, caso venha a se tornar de algum modo possível. Por exemplo, as agulhas de grande calibre tenderão a dar origem a grandes forças de atrito do que as agulhas de menor calibre. Entretanto, as forças de atrito provocadas pela penetração das agulhas na preforma podem ser controladas, pelo menos, em parte, com o ajuste da temperatura e da pressão, nas quais a costura é executada. Adicionalmente, agulhas de menor calibre irão reduzir o aquecimento por atrito. Em geral, os parâmetros devem preferivelmente ser ajustados, de tal maneira que quando as camadas de tecido da presente invenção sejam costuradas entre si na

PROPERTY

presença da resina, a agulha irá se mover através da resina sem remover quaisquer quantidades significativas de resina. Adicionalmente, a agulha deve causar poucos danos ou nenhum dano às fibras da camada de tecido durante o processo de costura.

- 5 As resinas preferidas usadas no presente processo são moles, flexíveis e receptivas à penetração, quando costuradas, embora permitam o fluxo normal durante a cura por autoclave. As resinas são preferivelmente estáveis no armazenamento e substancialmente isentas de aderência. Preferivelmente, as resinas da presente invenção apresentam uma viscosidade
- 10 mínima de cerca de 0,5 poise a cerca de 1000 poise em cerca de 50°C a cerca de 400°C. Mais preferivelmente, as resinas da presente invenção apresentam uma viscosidade mínima de cerca de 1 poise a cerca de 200 poise em cerca de 50°C a cerca de 400°C. Mais preferivelmente ainda, as resinas da presente invenção apresentam uma viscosidade mínima de cerca
- 15 de 1 poise a cerca de 10 poise em cerca de 50°C a cerca de 400°C.

- Os tipos de resina que são adequados para uso incluem, embora não sejam limitados, as resinas de termocura, tais como as resinas de epóxi, a bismaleimida (BMI), phenolics, ésteres de cianato, poliésteres, poli-amidas e resinas termoplásticas, tais como as poliamidas, os tereftalatos de
- 20 polietileno (PET), os tereftalatos de polibutileno (PBT), a cetona de éter de poliéter (PEEK), a cetona de poliéter (PEK), as poliamidas, a sulfona de poliéter (PES) e semelhantes. Em qualquer caso, a resina encontra-se preferivelmente isenta virtualmente de ar aprisionado e de impurezas que podem borbulhar ou espumar sob condições de vácuo/temperatura/pressão de uma
- 25 aplicação específica da invenção. Misturas de tais resinas podem também ser empregadas. A fim de prover uma formulação de resina com a aderência desejada, uma viscosidade e uma estabilidade mínimas, são preferidas tais misturas de resina. Os aditivos de resina convencionais compatíveis com as propriedades desejadas da resina podem ser também empregados.

- 30 No caso das resinas de epóxi preferidas, aquelas particularmente preferidas apresentam uma viscosidade mínima de cerca de 0,5 poise a cerca de 500 poise em cerca de 121°C. No caso das BMI's (bismaleimi-

- das), são particularmente preferidas aquelas resinas que apresentam uma viscosidade mínima de cerca de 0,5 poise a cerca de 10 poise em cerca de 121°C. No caso de resinas termoplásticas, são particularmente preferidas aquelas resinas que apresentam uma viscosidade mínima de cerca de 500 poise a cerca de 1000 poise em cerca de 400°C.

- A quantidade de resina na preforma parcialmente impregnada é preferivelmente de cerca de 20 por cento em peso a 50 por cento em peso, mais preferivelmente de 25 por cento em peso a cerca de 40 por cento em peso, e ainda mais preferivelmente, de cerca de 30 por cento em peso a 35 por cento em peso com base no peso total da preforma parcialmente impregnada.

- Agentes de cura adequados para uso na presente invenção são bem conhecidos daqueles versados na técnica e irão depender do sistema de resina empregado. Por exemplo, no caso de resinas de epóxi, os agentes de cura que são adequados para uso incluem, embora não sejam limitados, o seguinte: cerca de 2 phr (parte por cem partes de resina) a cerca de 8 phr de cianoguanidina; cerca de 15 phr a cerca de 45 phr de diaminas aromáticas; cerca de 1 phr a cerca de 30 phr de aminas; cerca de 1 phr a cerca de 5 phr de imidazóis; cerca de 2 phr a cerca de 10 phr de uréias substituídas; cerca de 1 phr a cerca de 10 phr de aminas terciárias; cerca de 30 phr a cerca de 135 phr de anidridos de ácido; cerca de 1 phr a cerca de 5 phr de ácidos lewis, tais como BF₃-MEA (Etilamina de metil de trifluoreto de boro); cerca de 10 phr a cerca de 40 phr de hidrazidas; e combinações dos agentes de cura acima mencionados. As BMIs (bismaleimidas) são geralmente catalizadas com cerca de 0,05 phr a cerca de 2 phr de TPP (Trifenilfosfina) ou agentes de cura imidazol.

- Conforme será prontamente apreciado a partir da seguinte descrição, a invenção inclui um novo e aperfeiçoado processo para criar compostos de resina reforçados por fibra. Devido ao fato de o processo usar uma preforma que é parcialmente impregnada com uma resina para criar uma disposição em camadas sobrepostas, são impedidas as dificuldades associadas com as disposições em camadas sobrepostas da técnica anterior.

- or com o uso de camadas de fibra pré-impregnadas. Mais especificamente, devido ao fato da resina usada na preforma parcialmente impregnada apresentar uma aderência reduzida nas temperaturas ambiente, ela pode ser costurada relativamente de maneira fácil na direção Z (isto é, reforçada por 5 dobra transversal), caso desejado. Adicionalmente, devido ao fato de o ar e os gases serem evacuados da preforma parcialmente impregnada, na medida em que a resina é infundida na(s) camada(s) da preforma parcialmente impregnada, evita-se um produto final poroso. Adicionalmente, devido ao 10 fato de o material de resina usado para parcialmente impregnar a preforma ser preferivelmente estável por longos períodos de tempo, quando armazenado em baixas temperaturas, são significativamente reduzidas as perdas resultantes da preforma parcialmente pré-impregnada que se torna imprescindível por qualquer uma das diversas razões discutidas acima.

- Esta invenção será melhor entendida a partir dos Exemplos que se seguem. Entretanto, aquele versado na técnica irá prontamente apreciar 15 que os processos específicos e os resultados discutidos são meramente ilustrativos da invenção, não implicando em nenhuma limitação da invenção.

Exemplo 1

Preparação de uma Preforma Parcialmente Impregnada

- 20 Uma formulação de resina foi preparada, conforme mostrado abaixo:

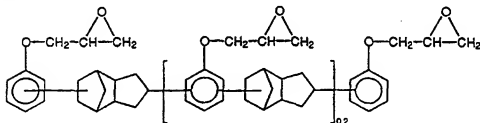
Resina	Porcentagem em peso
TACTIX 556	10,7
D.E.N. 439	61,0
D.E.R. 661	24,0
DICYANEX 1400B	4,3

- Todas as resinas de epóxi usadas aqui encontram-se comercialmente disponíveis, TACTIX 556, D.E.N. 439 e D.E.R. 661, pela Dow Chemical Company, Midland, MI. DICYANEX 1400B, o agente de cura de ciano- 25 guanidina, encontra-se disponível pela Pacific Anchor Chemical, Allentown,

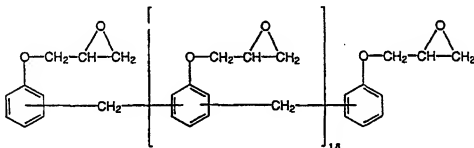
P19807657

PA.

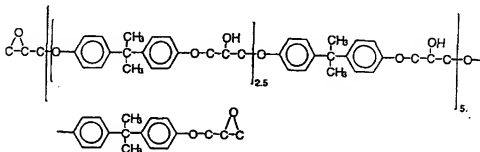
TACTIX 55 apresenta a seguinte fórmula e um peso equivalente de epóxida de 215-235:



- 5 D.E.N. 439 apresenta a seguinte fórmula e um peso equivalente de epóxida de 191-210:



e D.E.R. 661 apresenta a seguinte fórmula e um peso equivalente de epóxi-do de 525:



10

- A formulação foi preparada com o pré-aquecimento de TACTIX 556 e de D.N.E. de 439 a 250°F (121°C), seguido pela adição de D.E.R. 661 na temperatura ambiente. A mistura resultante foi aquecida a 250°F (121°C) até que D.E.R. 661 se dissolvesse. A mistura pôde ser esfriada a 170°F (77°C) antes da adição de DICYANEX 1400B. A mistura resultante pôde ser esfriada. Com o uso de revestido de folha única, foi formado um filme de resina, sendo, em seguida, armazenado na temperatura ambiente até o uso.
- 15

PLANO 7

Nove camadas de tecido pré-costuradas apresentando uma configuração de +45°, -45°, 0°, 90°, 0°, 90°, 0°, -45°, e +45° foram parcialmente impregnadas com o filme de resina, como segue:

- Uma peça correspondente de filme de resina foi colocada na
- 5 face superior da camada de topo da pilha e em seguida parcialmente impregnada na mesma com o uso de calor e pressão para controlar o grau de penetração. A face inferior da camada de tecido inferior foi, de modo similar, parcialmente impregnada com o filme de resina. O teor total de resina para a preforma parcialmente impregnada era de 35% com relação ao peso total
- 10 da preforma. O peso da pilha antes da impregnação parcial das camadas de tecido com a resina de filme era de 88,4 gm e, depois da impregnação parcial, de 136 gm.

Exemplo 2

Costura de uma Preforma Parcialmente Impregnada

- 15 Sete camadas com uma área de 12 polegadas por 12 polegadas (30,48 cm por 30,48 cm) foram cortadas a partir de uma peça de pano de grafite tecido (Módulo Intermediário-7; 6.000 filamentos; cetim de dureza 4). As setes camadas foram empilhadas uma no topo da outra para formarem uma pilha apresentando um peso de 134,4 gramas. As camadas superior e
- 20 inferior foram removidas e parcialmente impregnadas com filme de resina, conforme descrito no Exemplo 1. As duas camadas apresentando a resina parcialmente impregnada foram então acrescentadas ao topo e à base da pilha das cinco camadas de tecido. Assim, a pilha final consistiu de sete camadas com as camadas superior e inferior apresentando um filme de resina parcialmente impregnado virado para fora a partir da pilha.
- 25

- Uma única agulha, 7 Darners 1/5, com 1-50 fios de algodão foi então usada para costurar a pilha de sete camadas, incluindo as camadas superior e inferior que apresentam a resina parcialmente impregnada. A
- 30 costura da disposição em camadas sobrepostas foi facilmente conseguida com a punção da agulha em um orifício desimpedido através do filme parcialmente impregnado em cada lado da pilha sem nenhuma resina ficando grudada na agulha. Pelo menos, 10 pontos foram colocados através das

sete camadas incluindo a resina parcialmente impregnada nas camadas superior e inferior, sem qualquer dificuldade.

A pilha de sete camadas costuradas foi autoclavada para curar a pilha, como segue:

- 5 A pilha costurada foi colocada em um invólucro de vácuo, tendo sido aplicado vácuo total; a pilha foi aquecida a partir da temperatura ambiente para 250°F (121°C) em incrementos de cerca de 5°F (2,8°C) por minuto. A pilha foi então submetida a 100 psi de pressão e aquecida de 250°F a 350°F (121°C a 177°C) em incrementos de cerca de 5°F (2,8°C) por minuto, essa temperatura e essa pressão tendo sido mantidas por duas horas. A pilha pôde ser esfriada até abaixo de 150°F (66°C) em uma velocidade de cerca de 5°F (2,8°C) por minuto, tendo sido removidos a pressão e o vácuo. O composto de resina curado reforçado por fibra pôde ser esfriado à temperatura ambiente.

- 15 O composto de resina reforçado por fibra resultante perdeu pouca resina ou nenhuma resina. A preforma parcialmente impregnada pesava 227,9 gm antes da cura e, depois da cura, o composto pesava 227,9 gm.

- 20 O composto de resina reforçado por fibra ficou completamente umedecido, conforme determinado pelos estudos microscópicos. Uma porção de seção transversal do composto foi removida do composto curado e montada na resina de epóxi. A seção transversal foi então polida e observada em um microscópio de alta potência. A inspeção visual mostrou que o material do composto estava completamente umedecido. Uma fotografia do
- 25 composto completamente umedecido foi tirada com o uso de um microscópio que também confirmou o completo umedecimento do composto.

- Enquanto as concretizações preferidas da invenção foram ilustradas e descritas, será apreciado que várias mudanças podem ser feitas na mesma sem se afastar do espírito e escopo da invenção. Por exemplo, a
- 30 camada de tecido pode ser criada enrolando-se feixes de fibras unidirecionais, por exemplo, fibras em um mandril, primeiro em uma direção e depois em outra. Adicionalmente, diversas fibras podem ser trançadas, na medida

PROCESSO

- em que eles são enrolados em um mandril. A resina pode ser aplicada à preforma criada, enquanto parada no mandril (que forma uma ferramenta). A camada de tecido pode ser longitudinalmente dividida e achatada para criar uma preforma achatada em camadas, à qual a resina é parcialmente impregnada. Uma camada de tecido plana pode ser também criada pelas camadas de fibras tecidos, bem como camadas de fibras unidirecionais, ou por meio de (entrelaçado) semelhante ao feltro ou redemoinhos ocasionais de fibras, aos quais a resina é parcialmente impregnada da maneira descrita acima. Não obstante o modo como a preforma parcialmente impregnada é criada, ela é processada da maneira descrita acima e nas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Preforma parcialmente impregnada, que compreende uma pluralidade de camadas de fibra, na qual uma face da dita pluralidade de camadas de fibra é parcialmente impregnada com uma resina.
- 5 2. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 1, na qual cada camada de fibra é formada de uma pluralidade de fibras paralelamente orientados, cada fibra sendo formado de uma pluralidade de fibras de reforço unidirecionais.
3. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 2, na qual a dita pluralidade de fibras de reforço unidirecionais é selecionada a partir do grupo que consiste de vidro, quartzo, orgânicos, carbono e grafite.
- 10 4. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita resina é parcialmente impregnada em ambas as faces da dita pluralidade das ditas camadas de fibra.
- 15 5. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita resina é um filme, um pó ou um líquido.
6. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 5, na qual a dita resina é substancialmente isenta de aderência.
- 20 7. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 6, na qual a dita resina apresenta uma viscosidade mínima de cerca de 0,5 poise a cerca de 1000 poise.
8. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 1, na qual a dita preforma parcialmente impregnada é reforçada por
25 dobra transversal.
9. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 8, na qual o dito reforço por dobra transversal é a costura de dobra transversal.
- 30 10. Pilha de preformas parcialmente impregnadas, que compreende uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas, na qual cada preforma parcialmente impregnada compreende uma camada de fibra parcialmente impregnada com uma resina.

PLANO DE

Novo quadro reivindicatório (total de 12 reivindicações), incorporando as emendas às reivindicações conforme relatório do Exame Preliminar.

REIVINDICAÇÕES

B19007657

1. Preforma parcialmente impregnada, que compreende uma pluralidade de camadas de fibra, na qual uma face da dita pluralidade de camadas de fibra é parcialmente impregnada com uma resina para prover
5 uma matriz de resina parcial nos interstícios da camada de fibra, a resina compreendendo de 20 a 50% em peso com base no peso total da resina e das camadas de fibra.
2. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 1, na qual cada camada de fibra é formada de uma pluralidade de
10 fibras paralelamente orientados, cada fibra sendo formado de uma pluralidade de fibras de reforço unidirecionais.
3. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 2, na qual a dita pluralidade de fibras de reforço unidirecionais é selecionada a partir do grupo que consiste de vidro, quartzo, orgânicos, carbono e grafite.
15
4. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com qualquer reivindicação anterior, na qual a dita resina é parcialmente impregnada em ambas as faces da pluralidade das ditas camadas de fibra.
5. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com qualquer
20 reivindicação anterior, na qual a dita resina é um filme, um pó ou um líquido.
6. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 5, na qual a dita resina é substancialmente isenta de aderência.
7. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 6, na qual a dita resina apresenta uma viscosidade mínima de cerca
25 de 0,5 poise a cerca de 1000 poise.
8. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com qualquer reivindicação anterior, na qual a dita preforma parcialmente impregnada é reforçada por dobra transversal.
9. Preforma parcialmente impregnada, de acordo com a reivindicação 8, na qual o dito reforço por dobra transversal é uma costura de dobra transversal.
30
10. Pilha de preformas parcialmente impregnadas, que compre

ende uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas, de acordo com qualquer reivindicação anterior.

11. Pilha de preformas parcialmente impregnadas, de acordo com a reivindicação 10, a qual é reforçada por dobra transversal através de uma costura de dobra transversal.

12. Processo de formação de um composto de resina reforçada por fibra, que compreende as etapas de:

- (a) encerrar uma preforma parcialmente impregnada, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 9, ou uma pilha de preformas parcialmente impregnadas, de acordo com a reivindicação 10 ou reivindicação 11 em um invólucro de controle de teor de resina;

(b) encerrar a(s) dita(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) no dito invólucro de controle de teor de resina em um invólucro de vácuo;

- (c) evacuar o dito invólucro de vácuo e o dito invólucro de controle de teor de resina para retirar o ar e outros gases a partir da dita preforma parcialmente impregnada; e

- (d) aquecer a(s) dita(s) preforma(s) parcialmente impregnada(s) simultaneamente com a evacuação do dito invólucro de vácuo e dito invólucro de controle de teor de resina para fazer com que a resina seja fundida, para que seja infundida, por completo, na dita camada de fibra e, consequentemente, seja curada, na medida em que o ar e outros gases forem retirados da dita camada de fibra resultante na formação do dito composto de resina reforçado por fibra.

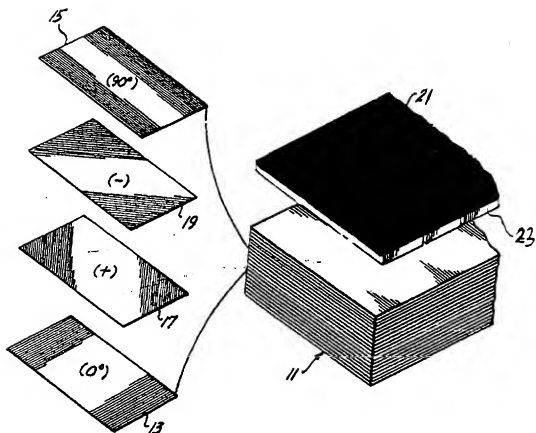


FIG 1

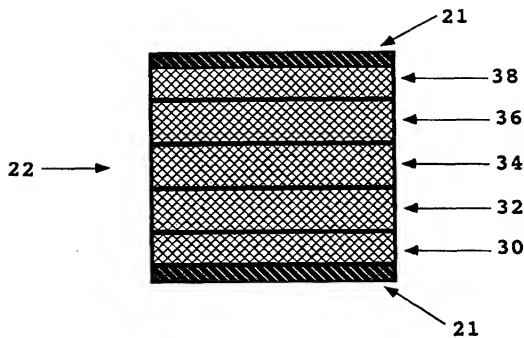


FIG. 2

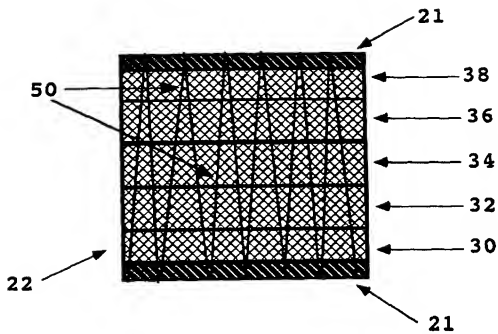


FIG. 3

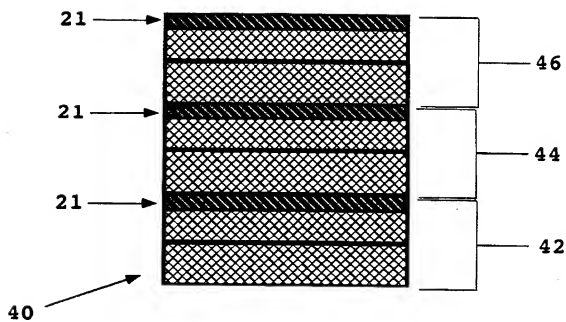
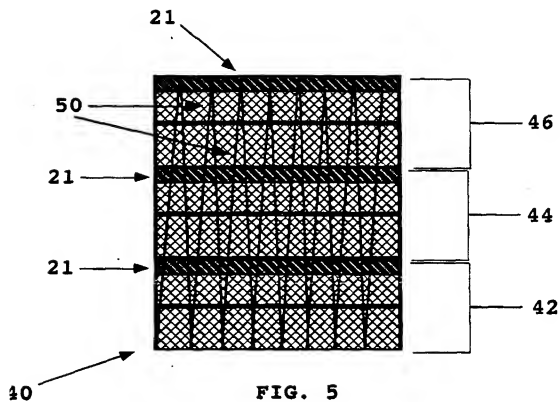
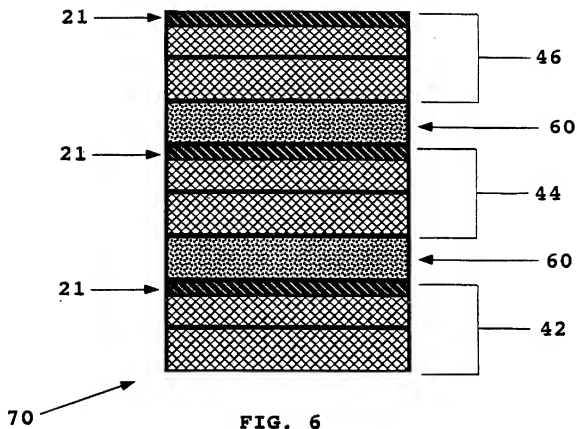
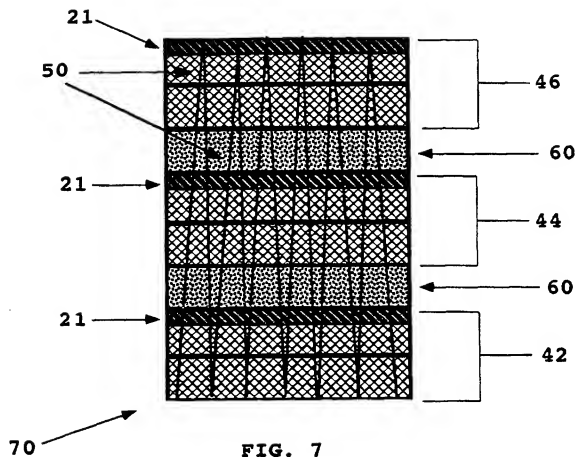


FIG. 4







RESUMO

Patente de Invenção: "MATERIAL DE FIBRA PARCIALMENTE IMPREGNADO COM UMA RESINA".

Preforma parcialmente impregnada que emprega uma camada
5 de fibra parcialmente impregnada com uma resina para formar um composto de resina reforçado por fibra. A camada de fibra da preforma parcialmente impregnada é formada de uma pluralidade de fibras paralelamente orientados, cada fibra formado de uma pluralidade de fibras de reforço unidirecional. A resina é parcialmente impregnada em uma ou em ambas as faces da
10 camada de fibra. Uma composição de resina para parcialmente impregnar uma camada de fibra de uma preforma é também provida. Uma pilha de preformas parcialmente impregnadas utiliza uma pluralidade de preformas parcialmente impregnadas. A pilha de preformas parcialmente impregnadas pode ser reforçada por dobra transversal com a costura de dobra transversal da pilha de preformas parcialmente impregnadas entre si antes da cura
15 para formar um composto de resina reforçado por fibra com a cura. Um processo de formação de um composto de resina reforçado por fibra inclui as etapas de: encerrar uma preforma parcialmente impregnada em um invólucro de controle de teor de resina; de encerrar o invólucro de controle de teor de resina em um invólucro de vácuo; de evacuar o dito invólucro de vácuo e o dito invólucro de controle de teor de resina; e de aquecer, enquanto simultaneamente evacua, o invólucro de vácuo e o invólucro de controle de
20 teor de resina para fundir e totalmente infundir a resina na dita camada de fibra e para, em seguida, executar a cura.